

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-202823

(43)Date of publication of application : 04.08.1995

(51)Int.Cl.

H04B 14/04

G10L 7/04

G10L 9/18

H03M 7/30

(21)Application number : 06-263562

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 27.10.1994

(72)Inventor : MIYAGAWA HARUMITSU  
KAWAMA SHIYUUCHI

(30)Priority

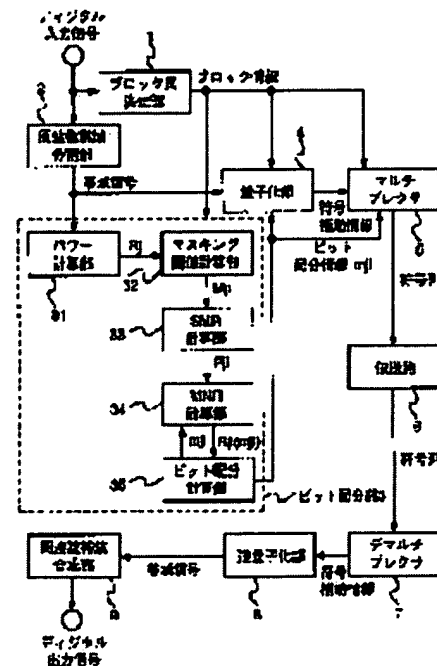
Priority number : 05295015 Priority date : 25.11.1993 Priority country : JP

## (54) CODING AND DECODING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a reproduced sound with high sound quality.

CONSTITUTION: The device is provided with coding sections 1, 2, 3, 4, 5 and decoding sections 7, 8, 9. A block length decision section 1 of a coding section applies time division to an input signal into a block length in response to a change degree. A frequency band division section 2 divides each block signal into plural frequency bands. A bit distribute section 3 obtains a masking threshold level versus noise ratio of each frequency band based on the power of each frequency band while reflected on an auditory psychological characteristic and decides a quantization bit number to be distributed to each frequency band based on the quantity of the masking threshold level versus noise ratio. A quantization section 4 quantizes the signal while distributing a prescribed bit number for each frequency band based on the information from the bit distribute section 3 to generate the code series. The bit distribution section 3 receives information representing a block length from the block length decision section 1 to adopt a different audible psychological characteristic depending on the block length.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.07.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

Best Available Copy

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3131542

[Date of registration] 17.11.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(10)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-202823

(43)公開日 平成7年(1995)8月4日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H04B 14/04		Z 5872-5K		
G10L 7/04		G		
	9/18	C		
H03M 7/30		A 8642-5J		

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L. (全 28 頁)

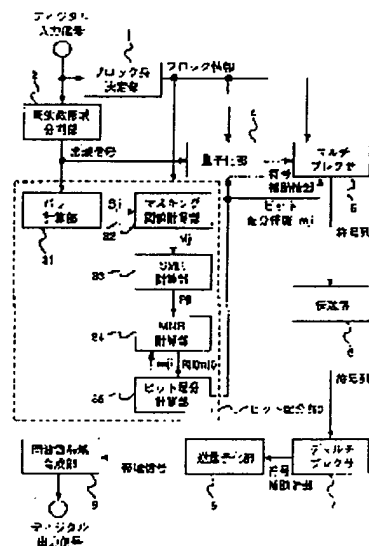
(21)出願番号	特願平6-263582	(71)出願人	000005048 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22)出願日	平成6年(1994)10月27日	(72)発明者	宮川 晴光 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平5-295015	(72)発明者	河間 修一 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
(32)優先日	平5(1993)11月25日	(74)代理人	弁護士 青山 泰 (外1名)
(33)優先権主張国	日本(JP)		

(54)【発明の名称】 符号化復号化装置

(57)【要約】

【目的】 高音質な再生音を提供できる符号化復号化装置を提供する。

【構成】 符号化部1, 2, 3, 4, 5と復号化部7, 8, 9とを備える。符号化部のブロック長決定部1は、入力信号をその変化の程度に応じたブロック長に時分割する。周波数帯域分割部2は、各ブロックの信号を複数の周波数帯域に分割する。ビット配分部3は、聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさから各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求め、このマスキング閾値対雑音比の大小に基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定する。量子化部4は、ビット配分部3からの情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ信号を量子化して符号列を生成する。ビット配分部3は、ブロック長決定部1からのブロック長を表す情報を受けて、ブロック長の長短に応じて、異なる聴覚心理特性を採用する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 楽音、音声またはこれらの組み合わせからなるデジタル入力信号を符号化する符号化部と、上記符号化部によって符号化された信号を復号化する復号化部とを備えた符号化復号化装置であって、上記符号化部は、

上記入力信号の変化の程度に応じて、上記入力信号を所定のブロック長に時分割してブロック化するブロック長決定部と、

上記各ブロックの信号を複数の周波数帯域に分割して周波数帯域信号を生成する周波数帯域分割部と、

聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさを各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求め、このマスキング閾値対雑音比の大小に基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定するビット配分部と、

上記ビット配分部から上記量子化ビット数を表す情報を受けて、この情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ上記周波数帯域信号を量子化して符号列を生成する量子化部とを有し、

上記ビット配分部は、上記ブロック長決定部から上記ブロック長を表す情報を受けて、上記ブロック長の長短に応じて、異なる聴覚心理特性を採用する手段を有することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 2】 楽音、音声またはこれらの組み合わせからなるデジタル入力信号を符号化する符号化部と、上記符号化部によって符号化された信号を復号化する復号化部とを備えた符号化復号化装置であって、

上記符号化部は、

上記入力信号を、所定の時分割単位毎に、複数の周波数帯域に分割して周波数帯域信号を生成する周波数帯域分割部と、

聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさを各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求め、このマスキング閾値対雑音比の大小に基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定するビット配分部と、

上記ビット配分部から上記量子化ビット数を表す情報を受けて、この情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ上記周波数帯域信号を量子化して符号列を生成する量子化部とを有し、

上記ビット配分部は、上記各周波数帯域に配分される最大ビット数を各周波数帯域毎に制限する手段を有することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の符号化復号化装置において、

上記ビット配分部の上記手段は、全周波数帯域のパワーと一の周波数帯域のパワーとの比に基づいて、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数を決定することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の符号化復号化装置において、

上記ビット配分部の上記手段は、一の周波数帯域のパワーの大きさに基づいて、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数を決定することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 5】 請求項 2 に記載の符号化復号化装置において、

上記ビット配分部の上記手段は、全周波数帯域のパワーと一の周波数帯域のパワーとの比、および、上記一の周波数帯域のパワーの大きさに基づいて、上記各周波数帯域に配分される量子化ビット数を決定することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 6】 請求項 2 及至 5 のいずれか一つに記載の符号化復号化装置において、

上記ビット配分部は、一の周波数帯域のマスキング閾値対雑音比が 1 以下である場合、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数についての制限を解除する手段を有することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 7】 請求項 2 及至 6 のいずれか一つに記載の符号化復号化装置において、

上記ビット配分部は、配分した全量子化ビット数が全周波数帯域に配分し得る所定の総数に満たない場合、上記各周波数帯域に配分されたビット数がそれぞれ上記最大ビット数に等しいかどうかを判断して、各周波数帯域に配分されたビット数がそれぞれ上記最大ビット数に等しいとき、上記最大ビット数についての制限を緩和または解除する手段を有することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 8】 楽音、音声またはこれらの組み合わせからなるデジタル入力信号を符号化する符号化部と、上記符号化部によって符号化された信号を復号化する復号化部とを備えた符号化復号化装置であって、

上記符号化部は、

上記入力信号を、所定の時分割単位毎に、複数の周波数帯域に分割して周波数帯域信号を生成する周波数帯域分割部と、

聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさを各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求め、このマスキング閾値対雑音比の大小に基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定するビット配分部と、

上記ビット配分部から上記量子化ビット数を表す情報を受けて、この情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ上記周波数帯域信号を量子化して符号列を生成する量子化部とを有し、

上記ビット配分部は、全周波数帯域のパワーに対して一の周波数帯域のパワーが一定比率以上であるかどうかを判断して、上記一定比率以上のパワーを持つ一の周波数帯域に、上記マスキング閾値対雑音比の大小にかかわらず

す少なくとも最低量子化ビット数を割り当てる手段を有することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 9】 楽音、音声またはこれらの組み合わせからなるデジタル入力信号を符号化する符号化部と、上記符号化部によって符号化された信号を復号化する復号化部とを備えた符号化復号化装置であって、

上記符号化部は、

上記入力信号を、所定の時分割単位毎に、複数の周波数帯域に分割して周波数帯域信号を生成する周波数帯域分割部と、

聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさを各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求め、このマスキング閾値対雑音比の大小に基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定するビット配分部と、

上記ビット配分部から上記量子化ビット数を表す情報を受けて、この情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ上記周波数帯域信号を量子化して符号列を生成する量子化部とを有し、

上記ビット数配分部は、予め定められた特定の周波数帯域に、予め定められた分だけ余分にビット数を割り当てる手段を有することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の符号化復号化装置において、

上記ビット配分部は、全周波数帯域に配分し得る量子化ビット数の総数から上記特定の周波数帯域に余分に配分すべきビット数を差し引いた残りのビット数を各周波数帯域に割り当て、続いて、上記余分に配分すべきビット数を上記特定の周波数帯域に加算する手段を有することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 11】 請求項 9 に記載の符号化復号化装置において、

上記ビット配分部は、上記周波数帯域のパワーの大きさを各周波数帯域毎の信号対マスキング閾値比を求め、上記特定の周波数帯域の信号対マスキング閾値比に予め定められた値を加えた後、この信号対マスキング閾値比を用いて上記マスキング閾値対雑音比を求める手段を有することを特徴とする符号化復号化装置。

【請求項 12】 楽音、音声またはこれらの組み合わせからなるデジタル入力信号を符号化する符号化部と、上記符号化部によって符号化された信号を復号化する復号化部とを備えた符号化復号化装置であって、

上記符号化部は、

上記入力信号の変化の程度に応じて、上記入力信号を所定のブロック長に時分割してブロック化するブロック長決定部と、

上記各ブロックの信号を複数の周波数帯域に分割して周波数帯域信号を生成する周波数帯域分割部と、

聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさを各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求

め、このマスキング閾値対雑音比の大小に基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定するビット配分部と、

上記ビット配分部から上記量子化ビット数を表す情報を受けて、この情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ上記周波数帯域信号を量子化して符号列を生成する量子化部とを有し、

上記ビット配分部は、上記ブロック長決定部から上記ブロック長を表す情報を受けて、上記ブロック長の長短に応じて、異なる聴覚心理特性を採用する手段と、上記各周波数帯域に配分される最大ビット数を各周波数帯域毎に制限する手段と、全周波数帯域のパワーに対して一の周波数帯域のパワーが一定比率以上であるかどうかを判断して、上記一定比率以上のパワーを持つ一の周波数帯域に、上記マスキング閾値対雑音比の大小にかかわらず少なくとも最低量子化ビット数を割り当てる手段と、予め定められた特定の周波数帯域に、予め定められた分だけ余分にビット数を割り当てる手段との 4 つの手段のうち 2 つ以上の手段を有することを特徴とする符号化復号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、楽音、音声の適応ビット配分を行う符号化復号化装置のビット配分手段に関わる。

【0002】

【従来の技術】 楽音、音声等の入力デジタル信号を、人間の聴覚心理特性を利用して、高効率で圧縮する符号化復号化の方式としては、時間軸上の信号を複数の周波数帯域に分割して符号化する帯域分割符号化や、時間軸上の信号を周波数軸上の信号に変換（直交変換）して複数の周波数帯域に分割し各帯域毎に符号化する変換符号化、あるいはこれらを組み合わせたものが知られている。これらの高効率符号化は、いずれも時間軸上の入力デジタル信号を時間軸上の所定単位時間（フレーム）でブロック化した後、いくつかの周波数帯域に分割し、各周波数帯域にて量子化し符号化する。

【0003】 時間軸上の信号を周波数帯域に分割したり、周波数軸上の信号に変換（直交変換）したりする際には、定常的な信号のみが存在する場合は長い時間（以下「ブロック長」という。）の分析を行って周波数分解能を向上させる一方、急な信号変化のある場合はブロック長を短くして時間分解能を向上させるようにしているものがある（特開平 4-302531）。

【0004】 また、上記各周波数帯域でデータを量子化し符号化する際には、元々限られている符号化のビット数の総数に納まるように、信号の量子化ビット数を有効に配分する必要がある。このビット配分を入力信号に適用して行う方式として適応ビット配分方式が知られている。適応ビット配分方式では、マスキング効果や最小可

聴限等の聴覚心理特性を使って、人間の耳が聞こえない周波数帯域の信号を削除したり（量子化のためのビットを割り当てない）、楽音データを量子化する際に生じる量子化誤差が人間の耳に聞こえないレベルに抑えるように周波数帯域毎に量子化ビット数を分配する。

【0005】マスキング効果には同時マスキングと雑時マスキングがあり、同時マスキングとは、ある大きな音が他の音を聞こえにくくする現象をいう。雑時マスキングとは、時間的に前の音が後の音をマスクしたり（順方向マスキング）、その反対（逆方向マスキング）にマスクすることをいう。最小可聴限（最小可聴値）は、音を知覚できる最小の音圧レベルのことであり、4kHz付近の音の感度が高く、低周波、高周波になるほど感度が悪くなっていく周波数特性を持つ。

【0006】適応ビット配分方式の中には、ブロック内の信号のパターンによりマスキング効果の適用の可否を変えるものもある（特開平3-132217）。

【0007】また、適応ビット配分方式の中には、各周波数帯域のパワー $S$ を求め、各周波数帯域のパワーによる他の周波数帯域に対するマスキング閾値 $M$ （音を聞くことができる最小のパワー）を求め、各周波数帯域を $m$ ビットで量子化した時の量子化雑音パワー $N(m)$ より、マスキング閾値対雑音比 $R(m) (=M/N(m))$ を計算し、各周波数帯域の $R$ の中で最小となる $R$ を探し、この周波数帯域にビットを割り当て $R$ を更新し、再び最小の $R$ を探し出してはビットを割り当てていくという反復法がある。ここで、マスキング閾値 $M$ の計算方法は、一般的な聴覚特性を持つ人のマスキング特性をもとにしている。

【0008】この適応ビット配分を行う符号化復号化装置として、MD（ミニ・ディスク）やDCC（デジタル・コンパクト・カセット）等が挙げられる。これらの装置の実際の符号化復号化方式はそれぞれ、ATRA C（アダプティブ・トランスフォーム・アコースティック・コーディング）、PASC（プリシジョン・アダプティブ・サブバンド・コーディング）と呼ばれている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の符号化復号化装置は、信号変化の程度に応じてブロック長を変化させる場合、ブロック長の長短によらず同じ聴覚特性を用いてビット配分を行っている。このため、実時間の符号化を行う場合、ブロック長の短いものにより計算量が制限されたり、急激な信号変化時と定常信号時とで聴覚特性の差などが考慮されないという欠点がある。

【0010】そこで、この発明の第1の目的は、信号変化の程度に応じてブロック長を変化させるとともに、適応ビット配分方式でブロック長の長短に応じて最適な聴覚特性を採用することにより、音質を高めることができる符号化復号化装置を提供することにある。

【0011】また、入力信号が正弦波信号等のスペクト

ル帯域の狭い信号（以下、単に「正弦波信号」という。）である場合、正弦波信号の含まれる周波数帯域だけがパワーが大きく、その周波数帯域より遠くなるほどパワーは急激に小さくなる。このとき、正弦波信号の含まれる周波数帯域（便宜上1とする）から離れた他の周波数帯域（便宜上2とする）では、上記正弦波信号によるマスキングの影響がほとんど無く、自身のパワーによるマスキングの影響が一番大きくなる。その結果、正弦波信号の含まれる周波数帯域1の信号対マスキング閾値比（SMR）（パワー $S$ と（自身の）マスキング閾値 $M$ との比を意味する。）と、上記正弦波信号によるマスキングの影響が無い周波数帯域2の信号対マスキング閾値比（SMR）との間には、大きな違いが現れない。つまり、信号 $S$ と量子化雑音パワー $N$ の相対的な関係より、周波数帯域1のマスキング閾値対雑音比（MNR） $R (=M/N=(S/N)(S/M))$ と、周波数帯域2のマスキング閾値対雑音比（MNR） $R$ とが、同じような値となる。ここで、従来の適応ビット配分方式では、マスキング閾値対雑音比（MNR） $R$ のみに基づいてビット配分を行っているため、周波数帯域1に割り当てられるビット数と、周波数帯域2に割り当てられるビット数とが、同じような値となる。このため、もし、正弦波信号のマスキングの影響を受けない周波数帯域2が多数あると、正弦波信号の含まれる周波数帯域1に配分されるビット数が少なくなり、このビット数で量子化したときの量子化誤差が大きくなる。このため、符号化した正弦波信号を復号化したとき、量子化誤差が聞こえて音質が劣化する恐れがある。

【0012】そこで、この発明の第2の目的は、正弦波信号を符号化しても音質の劣化を起こさない符号化復号化装置を提供することにある。

【0013】また、大きいパワーを持つ周波数帯域（便宜上13とする）の近傍の周波数帯域（便宜上14とする）はそのパワーが大きいかかわらず、マスキング閾値 $M$ が非常に高くなる時がある。このとき、 $S < M$ となって、ビットを割り当てなくても、つまり $N(0) = S$ であるから、マスキング閾値対雑音比（MNR） $R$ は1より大きな数値となる。このため、周波数帯域14にビットは割り当てられず、この周波数帯域14は削除される。一般的な人であれば、このような音、すなわちパワーが大きい周波数帯域13の近傍の周波数帯域14が削除された音を聞いても違和感を覚えない。しかし、聴覚に優れた人は、この周波数帯域14が削除されたことを認識して違和感を覚える場合がある。

【0014】そこで、この発明の第3の目的は、聴覚に優れた人にもこのような違和感を与えない符号化復号化装置を提供することにある。

【0015】また、楽音の再生装置に低域強調機能のような特定の周波数成分を強調する機能が付いている場合がある。このような再生装置で、上記適応ビット配分方

式で復号化した音を再生するとき、もし、符号化時に上記周波数成分にビットが十分に割り当てられなくて、この周波数成分を含む周波数帯域1sのMNRが1より少し大きい程度であったとすると、上記周波数成分の量子化誤差が強調される恐れがある。これを図14を用いて説明する。図14(a)は上記適応ビット配分方式で復号化した再生音について、ある時点のパワースペクトルとマスキング閾値、量子化誤差のパワースペクトルを示している。実線L1が再生音のパワースペクトル、破線L2がその再生音によるマスキング閾値、点線L3が再生音中に含まれる量子化誤差信号のパワースペクトルをそれぞれ表している。上記再生装置で、図14(b)に示す場合の低域強調を行ったとき、増加した各スペクトルを図14(a)で各線の細線11, 12, 13で表している。図14(b)の各線のスケールは図14(a)と同じである。図14(a)から分かるように、再生音の低域が強調されると共にマスキング閾値も低域が上昇している。が、それ以上に量子化誤差のパワーが上昇して、マスキング閾値を超えてしまう箇所が存在している。この箇所では、量子化誤差が知覚されるという問題がある。

【0016】そこで、この発明の第4の目的は、特定の周波数成分を強調する機能を持つ再生装置を用いて復号化した音を再生するとき、強調される周波数成分を含む周波数帯域で量子化誤差を抑えることができ、音質の劣化を防止することができる符号化復号化装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の符号化復号化装置は、楽音、音声またはこれらの組み合わせからなるデジタル入力信号を符号化する符号化部と、上記符号化部によって符号化された信号を復号化する復号化部とを備えた符号化復号化装置であって、上記符号化部は、上記入力信号の変化の程度に応じて、上記入力信号を所定のブロック長に時分割してブロック化するブロック長決定部と、上記各ブロックの信号を複数の周波数帯域に分割して周波数帯域信号を生成する周波数帯域分割部と、聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさから各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求め、このマスキング閾値対雑音比の大きさに基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定するビット配分部と、上記ビット配分部から上記量子化ビット数を表す情報を受けて、この情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ上記周波数帯域信号を量子化して符号列を生成する量子化部とを有し、上記ビット配分部は、上記ブロック長決定部から上記ブロック長を表す情報を受けて、上記ブロック長の長短に応じて、異なる聴覚心理特性を採用する手段を有することを特徴としている。

【0018】また、請求項2に記載の符号化復号化装置

は、楽音、音声またはこれらの組み合わせからなるデジタル入力信号を符号化する符号化部と、上記符号化部によって符号化された信号を復号化する復号化部とを備えた符号化復号化装置であって、上記符号化部は、上記入力信号を、所定の時分割単位毎に、複数の周波数帯域に分割して周波数帯域信号を生成する周波数帯域分割部と、聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさから各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求め、このマスキング閾値対雑音比の大きさに基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定するビット配分部と、上記ビット配分部から上記量子化ビット数を表す情報を受けて、この情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ上記周波数帯域信号を量子化して符号列を生成する量子化部とを有し、上記ビット配分部は、上記各周波数帯域に配分される最大ビット数を各周波数帯域毎に制限する手段を有することを特徴としている。

【0019】また、請求項3に記載の符号化復号化装置は、請求項2に記載の符号化復号化装置において、上記ビット配分部の上記手段は、全周波数帯域のパワーと一の周波数帯域のパワーとの比に基づいて、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数を決定することを特徴としている。

【0020】また、請求項4に記載の符号化復号化装置は、請求項2に記載の符号化復号化装置において、上記ビット配分部の上記手段は、一の周波数帯域のパワーの大きさに基づいて、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数を決定することを特徴としている。

【0021】また、請求項5に記載の符号化復号化装置は、請求項2に記載の符号化復号化装置において、上記ビット配分部の上記手段は、全周波数帯域のパワーと一の周波数帯域のパワーとの比、および、上記一の周波数帯域のパワーの大きさに基づいて、上記各周波数帯域に配分される量子化ビット数を決定することを特徴としている。

【0022】また、請求項6に記載の符号化復号化装置は、請求項2及至5のいずれか一つに記載の符号化復号化装置において、上記ビット配分部は、一の周波数帯域のマスキング閾値対雑音比が1以下である場合、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数についての制限を解除する手段を有することを特徴としている。

【0023】また、請求項7に記載の符号化復号化装置は、請求項2及至6のいずれか一つに記載の符号化復号化装置において、上記ビット配分部は、配分した全量子化ビット数が全周波数帯域に配分し得る所定の総数に満たない場合、上記各周波数帯域に配分されたビット数がそれぞれ上記最大ビット数に等しいかどうかを判断して、各周波数帯域に配分されたビット数がそれぞれ上記最大ビット数に等しいとき、上記最大ビット数についての制限を緩和または解除する手段を有することを特徴と

している。

【0024】また、請求項8に記載の符号化復号化装置は、楽音、音声またはこれらの組み合わせからなるディジタル入力信号を符号化する符号化部と、上記符号化部によって符号化された信号を復号化する復号化部とを備えた符号化復号化装置であって、上記符号化部は、上記入力信号を、所定の時分割単位毎に、複数の周波数帯域に分割して周波数帯域信号を生成する周波数帯域分割部と、聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさから各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求め、このマスキング閾値対雑音比の大小に基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定するビット配分部と、上記ビット配分部から上記量子化ビット数を表す情報を受けて、この情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ上記周波数帯域信号を量子化して符号列を生成する量子化部とを有し、上記ビット配分部は、全周波数帯域のパワーに対して一の周波数帯域のパワーが一定比率以上であるかどうかを判断して、上記一定比率以上のパワーを持つ一の周波数帯域に、上記マスキング閾値対雑音比の大小にかかわらず少なくとも最低量子化ビット数を割り当てる手段を有することを特徴としている。

【0025】また、請求項9に記載の符号化復号化装置は、楽音、音声またはこれらの組み合わせからなるディジタル入力信号を符号化する符号化部と、上記符号化部によって符号化された信号を復号化する復号化部とを備えた符号化復号化装置であって、上記符号化部は、上記入力信号を、所定の時分割単位毎に、複数の周波数帯域に分割して周波数帯域信号を生成する周波数帯域分割部と、聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさから各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求め、このマスキング閾値対雑音比の大小に基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定するビット配分部と、上記ビット配分部から上記量子化ビット数を表す情報を受けて、この情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ上記周波数帯域信号を量子化して符号列を生成する量子化部とを有し、上記ビット配分部は、予め定められた特定の周波数帯域に、予め定められた分だけ余分にビット数を割り当てる手段を有することを特徴としている。

【0026】また、請求項10に記載の符号化復号化装置は、請求項9に記載の符号化復号化装置において、上記ビット配分部は、全周波数帯域に配分し得る量子化ビット数の総数から上記特定の周波数帯域に余分に配分すべきビット数を差し引いた残りのビット数を各周波数帯域に割り当て、続いて、上記余分に配分すべきビット数を上記特定の周波数帯域に加算する手段を有することを特徴としている。

【0027】また、請求項11に記載の符号化復号化装置は、請求項9に記載の符号化復号化装置において、上

記ビット配分部は、上記周波数帯域のパワーの大きさから各周波数帯域毎の信号対マスキング閾値比を求め、上記特定の周波数帯域の信号対マスキング閾値比に予め定められた値を加えた後、この信号対マスキング閾値比を用いて上記マスキング閾値対雑音比を求める手段を有することを特徴としている。

【0028】また、請求項12に記載の符号化復号化装置は、楽音、音声またはこれらの組み合わせからなるディジタル入力信号を符号化する符号化部と、上記符号化部によって符号化された信号を復号化する復号化部とを備えた符号化復号化装置であって、上記符号化部は、上記入力信号の変化の程度に応じて、上記入力信号を所定のブロック長に時分割してブロック化するブロック長決定部と、上記各ブロックの信号を複数の周波数帯域に分割して周波数帯域信号を生成する周波数帯域分割部と、聴覚心理特性を反映して上記各周波数帯域のパワーの大きさから各周波数帯域のマスキング閾値対雑音比を求め、このマスキング閾値対雑音比の大小に基づいて上記各周波数帯域に配分すべき量子化ビット数を決定するビット配分部と、上記ビット配分部から上記量子化ビット数を表す情報を受けて、この情報に基づいて、上記各周波数帯域に所定のビット数を配分しつつ上記周波数帯域信号を量子化して符号列を生成する量子化部とを有し、上記ビット配分部は、上記ブロック長決定部から上記ブロック長を表す情報を受けて、上記ブロック長の長短に応じて、異なる聴覚心理特性を採用する手段と、上記各周波数帯域に配分される最大ビット数を各周波数帯域毎に制限する手段と、全周波数帯域のパワーに対して一の周波数帯域のパワーが一定比率以上であるかどうかを判断して、上記一定比率以上のパワーを持つ一の周波数帯域に、上記マスキング閾値対雑音比の大小にかかわらず少なくとも最低量子化ビット数を割り当てる手段と、予め定められた特定の周波数帯域に、予め定められた分だけ余分にビット数を割り当てる手段との4つの手段のうち2つ以上の手段を有することを特徴としている。

【0029】

【作用】請求項1の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、ブロック長決定部からブロック長を表す情報を受けて、上記ブロック長の長短に応じて、異なる聴覚心理特性を採用する。したがって、ブロック長が長いときには、計算量が多いがマスキング効果の大きい聴覚心理特性、例えば同時マスキングを適用できる。一方、ブロック長が短いときには、マスキング効果が小さいが計算量が少ない聴覚心理特性、例えば雑音マスキングを適用できる。つまり、計算量とマスキング閾値の精度という二律排反の関係を克服でき、常に最適な聴覚心理特性を採用して量子化誤差を低減することができる。したがって、高音質な再生音を得ることができる。

【0030】請求項2の符号化復号化装置は、符号化部のビット配分部は、各周波数帯域に配分される最大ビッ



ト数を各周波数帯域毎に制限する。したがって、複数の周波数帯域のうちパワーが大きい周波数帯域11から離れたパワーが小さい周波数帯域12に対して、マスキング閾値対雑音比(MNRR)の大小にかかわらず、配分できる量子化ビットの最大数が制限される。すなわち、正弦波信号が入力された時、正弦波信号が含まれる周波数帯域11から離れたパワーが小さい周波数帯域12では、たとえ正弦波信号の含まれる周波数帯域11と同じような大きさのマスキング閾値対雑音比(MNRR)を持っていたとしても、最大ビット数が有効に制限される。この結果、上記パワーが小さい周波数帯域12に配分されたであろうビット数が、他の周波数帯域、特に正弦波信号の含まれる周波数帯域11に配分される。したがって、上記正弦波信号を復号化したとき、従来に比して量子化誤差が低減され、音質が高まる。

【0031】請求項3の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、全周波数帯域のパワーと一の周波数帯域のパワーとの比に基づいて、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数を決定する。この場合、入力信号が大きいときに、パワーが小さい周波数帯域へのビット配分が有効に制限される。

【0032】請求項4の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、一の周波数帯域のパワーの大きさに基づいて、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数を決定する。この場合、入力信号が小さいときに、パワーが小さい周波数帯域へのビット配分が有効に制限される。

【0033】請求項5の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、全周波数帯域のパワーと一の周波数帯域のパワーとの比、および、上記一の周波数帯域のパワーの大きさに基づいて、上記各周波数帯域に配分される量子化ビット数を決定する。この場合、入力信号の大小にかかわらず、パワーが小さい周波数帯域へのビット配分が有効に制限される。

【0034】ここで、上記ビット配分部による最大ビット数の制限が厳しい場合、パワーが大きい周波数帯域11から離れたパワーが小さい周波数帯域12に対して、十分なビット数が割り当てられなくて、その周波数帯域12での量子化誤差が聞こえてしまう可能性がある。つまり、上記パワーが小さい周波数帯域12のマスキング閾値対雑音比(MNRR)が1以下のときである。そこで、請求項6の符号化復号化装置では、上記ビット配分部は、一の周波数帯域のマスキング閾値対雑音比が1以下である場合、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数についての制限を解除する。このような場合、元々最大ビット数の制限を受ける周波数帯域ではマスキング閾値対雑音比が1を超えるまでビット数の割り当てがなされ、マスキング閾値が1を超えた時点で直ちにビット数の割り当てが止まる。したがって、請求項2の符号化復号化装置と同様に正弦波信号が含まれる周波数帯域

11の量子化誤差が低減される上、パワーが小さい周波数帯域12の量子化誤差が低減される。したがって、復号化時の音質が改善される。

【0035】また、上記ビット配分部による最大ビット数の制限が厳しい場合、全ての周波数帯域のビット数が最大ビット数と等しい(あるいは超えている)にもかかわらず、配分した全量子化ビット数が全周波数帯域に配分し得る所定の総数に満たない可能性がある。つまり、各周波数帯域の最大ビット数が小さいため、また配分できるビット数が余る恐れがある。そこで、請求項7の符号化復号化装置では、上記ビット配分部は、配分した全量子化ビット数が全周波数帯域に配分し得る所定の総数に満たない場合、上記各周波数帯域に配分されたビット数がそれぞれ上記最大ビット数に等しいかどうかを判断して、各周波数帯域に配分されたビット数がそれぞれ上記最大ビット数に等しいとき、上記最大ビット数についての制限を緩和または解除する。したがって、量子化ビット数の総数の範囲内でビット配分が有効に行われる。すなわち、上記制限により本来のビット数より少ないビット数が割り当てられたパワーが小さい周波数帯域12に対して、少し余分にビットが配分されるので、この周波数帯域12でのマスキング閾値対雑音比(MNRR)が改善され、復号化時の音質が改善される。

【0036】請求項8の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、全周波数帯域のパワーに対して一の周波数帯域のパワーが一定比率以上であるかどうかを判断して、上記一定比率以上のパワーを持つ一の周波数帯域に、上記マスキング閾値対雑音比の大小にかかわらず少なくとも最低量子化ビット数を割り当てる。したがって、他の周波数帯域13のパワーの影響によって、一定比率以上のパワーを持つ周波数帯域14が完全に削除されるようなことがない。したがって、従来と異なり、聴覚特性に候れた人にも違和感を持たせなくて済み、高音質の再生音を提供することができる。

【0037】また、楽音の再生装置に低域強調機能のような特定の周波数成分を強調する機能が付いている場合がある。このような再生装置で、上記適応ビット配分方式で復号化した音を再生するとき、もし、符号化時に上記周波数成分にビットが十分に割り当てられなくて、この周波数成分を含む周波数帯域1sのマスキング閾値対雑音比(MNRR)が1より少し大きい程度であったとすると、上記周波数成分の量子化誤差が強調される恐れがある。そこで、請求項9の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、予め定められた特定の周波数帯域1sに、予め定められた分だけ余分にビット数を割り当てる。これにより、上記特定の周波数帯域1sの量子化誤差は通常より小さくなり、再生装置で強調したときにこの誤差が強調されても、この誤差が知覚されなくなる。

【0038】また、請求項10の符号化復号化装置で

は、符号化部のビット配分部は、全周波数帯域に配分し得る量子化ビット数の総数から上記特定の周波数帯域1sに余分に配分すべきビット数を差し引いた残りのビット数を各周波数帯域に割り当て、続いて、上記余分に配分すべきビット数を上記特定の周波数帯域1sに加算する。したがって、最終的に全周波数帯域に配分されたビット数が、上記量子化ビット数の総数の範囲内に収まる。

【0039】また、請求項11の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、上記周波数帯域のパワーの大きさから各周波数帯域毎の信号対マスキング閾値比(SMR)を求め、上記特定の周波数帯域1sの信号対マスキング閾値比(SMR)に予め定められた値を加えた後、この信号対マスキング閾値比(SMR)を用いて上記マスキング閾値対雑音比(MNR)を求める。このようにした場合、上記周波数帯域1sは、信号対マスキング閾値比(SMR)の増加分によって、ビット配分されやすくなり、請求項9の符号化復号化装置と同様に上記特定の周波数帯域1sの量子化誤差が小さくなる。

この結果、量子化誤差がマスキング閾値を超えるのを防止でき、量子化誤差が知覚されなくなる。しかも、この場合のビット配分は、全周波数帯域の信号対マスキング閾値比(SMR)のバランスを考慮したものである。すなわち、もし、強調される特定の周波数帯域1sに信号成分が無い場合は、この周波数帯域1sの信号対マスキング閾値比(SMR)はデシベル換算で元々負の無限大がそれに相当する値となっているので、強調による加算は無視されて、この周波数帯域1sにビット配分されることはない。したがって、ビット配分の無駄をなくすることができる。また、強調しても他の周波数帯域の信号に上記周波数帯域1sの信号自身あるいは量子化誤差がマスクされてしまう場合は、他のマスキングされない周波数帯域に比べ、ビット配分する前のマスキング閾値対雑音比(MNR)が大きな値となる(もちろん強調される前の値よりは小さな値であるが、まだマスキングされない周波数帯域のMNRに比べると大きい)ので、この周波数帯域1sにはビット配分されにくくなる。したがって、強調による無駄なビット配分を防ぐことができる。

【0040】また、請求項12の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、請求項1、2、8、9のビット配分部が有する計4つの手段のうち2つ以上の手段を有している。したがって、請求項1、2、8、9による上述の4つの作用のうち2つ以上のものを組み合わせた作用を奏することができる。しかも、上記4つの手段は、個々にハードウェアによっても実現されるが、デジタル信号プロセッサ等の装置上ですべてソフトウェアによっても実現され得る。

【0041】

【実施例】以下、この発明の符号化復号化装置を実施例により詳細に説明する。

【0042】図1は第1実施例の符号化復号化装置のブロック構成を示している。

【0043】この符号化復号化装置は、ブロック長決定部1、周波数帯域分割部2、ビット配分部3、量子化部4およびマルチプレクサ5からなる符号化部と、伝送路6と、デマルチプレクサ7、逆量子化部8および周波数帯域合成部9からなる復号化部とを備えている。上記ビット配分部3には、パワー計算部31と、マスキング閾値計算部32と、SMR(信号対マスキング閾値比)計算部33と、MNR(マスキング閾値対雑音比)計算部34と、ビット配分計算部35とが含まれている。伝送路6は、無線系、有線系または混合系のものである。

【0044】説明の便宜上、まず、この符号化復号化装置全体の働きを述べ、続いて、上記符号化部のビット配分部3の働きを述べる。

【0045】デジタル入力信号は、まず、上記符号化部のブロック長決定部1に入力される。ブロック長決定部1は、入力信号の変化の程度に基づいてブロック長を決定する。すなわち、長いブロック長(サンプル数1024)を8個の短いブロック長のサブブロックに分割し、隣接するサブブロックの最大振幅の比が一定値以上である場合は短いブロック長を選択し、それ以外の場合は長いブロック長を選択する。ここで、サブブロックの番号を $j=0\sim7$ とする。長いブロック長の場合は、サブブロックはブロックと同じである( $j=0$ )。

【0046】このようにして決定されたブロック長を持つ入力信号は、周波数帯域分割部2にて複数の周波数帯域に分割される。この分割方式としては、フーリエ変換等の周波数変換やバンドパスフィルタバンク等がある。周波数変換のときは、変換によって得られる複数の周波数成分によって周波数帯域が構成されるものとする。

【0047】周波数帯域信号はビット配分部3と量子化部4に入力される。ビット配分部3では、後述するように、周波数帯域信号より量子化ビット数を求め、その情報を量子化部4に送り、量子化部4ではこの情報を元に周波数帯域信号を量子化し、符号化する。

【0048】このようにして得られた各周波数帯域信号の符号とビット配分情報、ブロック長情報などの補助情報(上記符号を復号化部で復号化するのに必要な情報で、量子化、符号化の方式による)は、マルチプレクサ5で多重化されて、符号列として伝送路6に送られる。

【0049】上記復号化部のデマルチプレクサ7は伝送路6から符号列を取り込み、各周波数帯域信号の符号とビット配分情報、ブロック長情報などの補助情報に分解する。そして、補助情報を使って各周波数帯域信号の符号を復号化し、逆量子化部7でビット配分情報などの補助情報に基づき逆量子化して周波数帯域信号に復元する。この信号は周波数帯域合成部9にて合成され、これによりデジタル出力信号が得られる。

【0050】次に、上記符号化部のビット配分部3の働

きを詳細に述べる。

【0051】まず、決定されたブロック長を持つデジタル入力信号について、パワー計算部31で各周波数帯域のパワー $S_{ji}$ を求める。ここで、 $i$ は周波数帯域を区別するためのインデックス(0以上の整数)とする。

【0052】次に、マスキング閾値計算部32で、図2のフローチャートに従って、上記決定されたブロック長に応じて最適な聴覚心理特性を採用して、各周波数帯域のマスキング閾値 $M_{ji}$ を求める。すなわち、まず上記決定されたブロック長が長いのか短いかを判断する(S1)。ブロック長が長いときは、聴覚心理特性として例えば同時マスキングを用いて、公知の方法により、マスキングレベルを計算する(S2)。例えば図17(a)に示すように、まずデジタル入力信号をフーリエ変換してフーリエ係数の絶対値(ヒストグラムで示す)を求める。なお、図中、縦方向に延びる各破線は臨界帯域、すなわち人間が聴覚で周波数分析を行っているとは仮定した場合の分析単位となる帯域 $A_1, A_2, \dots, A_7$ の境界を示している。次に、同図(b)に示すように、各臨界帯域 $A_1, A_2, \dots, A_7$ 内のフーリエ係数の2乗和を各臨界帯域のパワー $SA_1, SA_2, \dots, SA_7$ として求めるとともに、このパワー $SA_1, SA_2, \dots, SA_7$ を各臨界帯域 $A_1, A_2, \dots, A_7$ の上限に置く。次に、各臨界帯域のパワー $SA_1, SA_2, \dots, SA_7$ を最小可聴限 $Y$ と比較して、最小可聴限 $Y$ よりも大きいパワーをそのまま残す一方、最小可聴限 $Y$ より小さいパワーを0とする。この例では、パワー $SA_7$ がマスクされて0となっている。そして、図18に示すように、残された各臨界帯域のパワー $SA_1, SA_2, \dots, SA_6$ の箇所(各臨界帯域

$$P_{ji} = S_{ji} / M_{ji}$$

なお、 $P_{ji}$ はSMRとも表され、各周波数帯域のフーリエ係数とマスキング曲線(閾値)との比である。例えば図21に示すように、対数グラフでは、各周波数帯域のフーリエ係数の絶対値がマスキング閾値 $M$ を超えた部分(実線部分)の長さが正のSMRに相当する。

$$R_{ji}(m) = Q(m) / P_{ji}$$

ここで、 $Q(m)$ は、周波数帯域を $m$ ビットで量子化した時の信号対量子化雑音パワー比 $Q(m)$ である。この $Q(m)$ は $S_{ji} / N(m)$ でも計算できるが、信号の特性を利用した統計処理により予め求めておくことができる。 $N(m)$ は $m$ ビットで量子化した時の量子化雑音パワーである。

【0057】次に、ビット配分計算部35で、図3のフローチャートに従って、各サブブロック、各周波数帯域の量子化ビット数 $m$ を決定する。ここで、配分可能な量子化ビット数の総数を $B$ とする。まず、S11にて初期化を行う。つまり、今までのビット配分総数を示す変数 $b$ に0を入れるとともに、各サブブロック、各周波数帯域の量子化ビット数を $m_{ji}$ とし、0を入れておく。次にS12で、式(2)を用いて $R_{ji}(m_{ji})$ を計算する。S1

$A_1, A_2, \dots, A_7$ の上限)に各パワーの値に依存した高さのピークを持つマスキング曲線 $M_p$ (破線で示す)を求める。一方、ブロック長が短いときは、聴覚心理特性として例えば非同時マスキングを用いて、公知の方法により、マスキングレベルを計算する(S3)。すなわち、ステップS2と同様に、デジタル入力信号をフーリエ変換してフーリエ係数の絶対値を求め、さらに各臨界帯域 $A_1, A_2, \dots, A_7$ 内のフーリエ係数の2乗和を各臨界帯域のパワー $SA_1, SA_2, \dots, SA_7$ として求める。図20は $k$ 番目の臨界帯域 $A_k$ において、一定周期でパワー $SA_k$ の値をサンプリングしたときの状態を示している。この図20において、各サンプリング箇所(時間 $t$ )に各サンプリング時間 $t$ のパワー $SA_k$ に依存した高さのピークを持つマスキング曲線 $M_c$ (破線で示す)を求める。このとき、高いピークに隠れる低いピーク(1点鎖線で示す)は無視する。最小可聴限 $Y_k$ は時間 $t$ の方向に一定である。次に、ステップS2またはS3で得られたマスキングレベルと最小可聴限との大小を比較して(S4)、大きい方をマスキング閾値とする(S5, S6)。すると、例えば図19に示すように、各臨界帯域のパワーによるマスキング曲線 $M_p$ と最小可聴限 $Y$ との包絡線がトータルのマスキング曲線 $M$ として得られる。なお、ブロック長に基づいて採用する聴覚心理特性は、この例の外に様々なパターンや程度が考えられる。

【0053】次に、図1に示すSMR計算部33で各周波数帯域毎の信号対マスキング閾値比 $P_{ji}$ を次式より求める。

$$\dots (1)$$

【0055】次に、MNR計算部34で各周波数帯域毎のマスキング閾値対雑音比 $R_{ji}(m)$ を求めながら、各周波数帯域の量子化ビット数 $m$ を決定する。マスキング閾値対雑音比 $R_{ji}(m)$ は次式で求める。

$$\dots (2)$$

3で最小の $R_{ji}(m_{ji})$ を探し出し(このときの周波数帯域のインデックス $j, i$ を $J, I$ とする)、S14で、 $m_{JI}$ に1(もし、 $m_{JI}$ が0であったら最低量子化ビット数(通常は2))を加える。そして、このときの $R_{JI}(m_{JI})$ を式(2)を用いて更新する。また、変数 $b$ に今 $J, I$ に配分したビット数と同じ数を加える。つまり、(周波数帯域 $J, I$ に含まれる量子化の対象信号の数)  $\times$  1 ( $m_{JI}$ が0なら最小量子化ビット数2)を変数 $b$ に加える。S15では、変数 $b$ が配分可能な量子化ビット数の総数 $B$ と等しくなったかどうかをチェックする。もし、等しくなければS12に戻ってビット配分を継続する一方、等しければビット配分を終了する。これを、すべてのサブブロックにわたって繰り返す。つまり、長いブロック長の場合は $j=0$ のみ行い、短いブロック長の場合は $j$

= 0〜7について繰り返す。

【0058】このように、この符号化復号化装置では、ブロック長決定部1によって入力信号の変化の程度に応じてブロック長を決定し、この決定されたブロック長の長短に応じて、マスキング閾値計算部32によって聴覚心理特性を選択しているの、ブロック長が長いときは、聴覚心理特性として計算量が多いがマスキング効果が大きいものを採用できる一方、ブロック長が短いときは、聴覚心理特性として雑音マスキングのみを適用することにより、計算量の削減を図ることができる。つまり、計算量とマスキング閾値精度との二律背反の関係を克服して、常に最適な聴覚心理特性を採用して量子化誤差を低減することができる。したがって、高音質な再生音を得ることができる。

【0059】図4は第2実施例の符号化復号化装置のブロック構成を示している。

【0060】この符号化復号化装置は、周波数帯域分割部101、ビット配分部102、量子化部103およびマルチプレクサ104からなる符号化部と、伝送路105と、デマルチプレクサ106、逆量子化部107および周波数帯域合成部108からなる復号化部とを備えている。上記ビット配分部102には、パワー計算部121と、マスキング閾値計算部122と、SMR（信号対マスキング閾値比）計算部123と、MNR（マスキング閾値対雑音比）計算部124と、最大ビット数決定部125と、ビット配分計算部126が含まれている。伝送路105は、無線系、有線系または混合系のものである。

【0061】説明の便宜上、まず、この符号化復号化装置全体の働きを述べ、続いて、上記符号化部のビット配分部102の働きを述べる。

【0062】この例では、各構成部において、数ミリから数十ミリ秒程度の時間（フレーム）単位で、ビットの配分、量子化、符号化などの処理が行われるものとする。

【0063】デジタル入力信号は、周波数帯域分割部

$$P_i = S_i / M_i$$

ここで、 $S_i$ の代わりに周波数帯域 $i$ の信号帯域の中での最大振幅値の2乗を使うこともある。そして、MNR計算部124で各周波数帯域毎のマスキング閾値対雑音比（MNR） $R_i(m)$ を求める。ビット配分計算部126はMNR計算部124で求めたマスキング閾値対雑音比

$$R_i(m) = Q(m) / P_i$$

ここで、 $Q(m)$ は、周波数帯域を $m$ ビットで量子化した時の信号対量子化雑音パワー比（SNR） $Q(m)$ である。この $Q(m)$ は $S_i / N(m)$ でも計算できるが、信号の特性を利用した統計処理により予め求めておくことができる。 $N(m)$ は $m$ ビットで量子化した時の量子化雑音パワーである。最大ビット数決定部125は、各周波数帯域のパワー $S_i$ と全帯域パワー $S_p$ とを比較して、各周

101にて複数の周波数帯域に分割される。この分割方式としては、フーリエ変換等の周波数変換やバンドパスフィルタバンク等がある。周波数変換のときは、変換によって得られる複数の周波数成分によって周波数帯域が構成されるものとする。

【0064】周波数帯域信号はビット配分部102と量子化部103に入力される。ビット配分部102では、後述するように、周波数帯域信号より量子化ビット数を求め、その情報を量子化部103に送り、量子化部103ではこの情報を元に周波数帯域信号を量子化し、符号化する。

【0065】このようにして得られた各周波数帯域信号の符号とビット配分情報などの補助情報（上記符号を復号化部で復号化するのに必要な情報で、量子化、符号化の方式による）は、マルチプレクサ104で多重化され、符号列として伝送路105に送られる。

【0066】上記復号化部のデマルチプレクサ106は伝送路105から符号列を取り込み、各周波数帯域信号の符号とビット配分情報などの補助情報に分解する。そして、補助情報を使って各周波数帯域信号の符号を復号化する。逆量子化部107でビット配分情報などの補助情報に基づき逆量子化して周波数帯域信号に復元する。この信号は周波数帯域合成部108にて合成され、これによりデジタル出力信号が得られる。

【0067】次に、上記符号化部のビット配分部102の働きを詳細に述べる。

【0068】デジタル入力信号について、パワー計算部121でフレーム内の各周波数帯域のパワー $S_i$ を求め、マスキング閾値計算部122でパワー $S_i$ を元に公知の手段で各周波数帯域のマスキング閾値 $M_i$ を求める。ここで、 $i$ は周波数帯域を区別するためのインデックス（0以上の整数）とする。パワー計算部121では、さらに全帯域のパワー $S_p (= \sum S_i)$ を求める。次に、SMR計算部123で各周波数帯域毎の信号対マスキング閾値比（SMR） $P_i$ を次式より求める。

【0069】

$$\cdots (101)$$

（MNR） $R_i(m)$ を使って、各周波数帯域の量子化ビット数 $m$ を決定する。マスキング閾値対雑音比（MNR） $R_i(m)$ は次式で求める。

【0070】

$$\cdots (102)$$

波数帯域に配分できる最大のビット数を決定する。

【0071】上記ビット配分計算部126と最大ビット数決定部125は、具体的には図5のフローチャートに従って、各周波数帯域の量子化ビット数 $m$ を決定する。ここで、各周波数帯域の信号の量子化、符号化に配分できるビット数の総数を $B$ 、各周波数帯域に配分できる最大のビット数を $L_i$ とする。

【0072】まず、S101で、最大ビット数決定部125は、後述する決定方法により、各周波数帯域のパワー $S_i$ の大きさに基づいて、各周波数帯域に配分できる最大のビット数 $L_i$ を決定する。次に、S102にて、ビット配分計算部126の初期化を行う。すなわち、今までのビット配分総数を示す変数 $b$ に0を入れておく。各周波数帯域の量子化ビット数を $m_i$ とし、0を入れておく。次に、S103で、MNR計算部124にて式(102)を使って $R_i(m_i)$ を計算する。次に、S104で、最小の $R_i(m_i)$ を探し出す(このときの周波数帯域のインデックス $i$ を1とする)。次に、S105で、 $m_i$ に1(もし、 $m_i$ が0であったら最低量子化ビット数(通常は2))を加える。この結果 $m_i = L_i$ となったかどうかをチェックして、 $m_i = L_i$ となった場合は、この後、上記周波数帯域1はS104での探索対象から除外する。さらに、MNR計算部124にて $R_i(m_i)$ を式(102)を使って更新する。また、変数 $b$ に今周波数帯域1に配分したビット数と同じ数を加える。つまり、(周波数帯域1に含まれる量子化の対象信号の数)  $\times$  1( $m_i$ が0なら最小量子化ビット数2)を変数 $b$ に加える。次に、S106では、変数 $b$ が配分可能な量子化ビット数の総数 $B$ と等しくなったかどうかをチェックする。もし、等しくなければS104に戻ってビット配分を継続する一方、等しければビット配分を終了する。

【0073】上記最大ビット数決定部125は、各周波数帯域のパワー $S_i$ の大きさに基づいて、次のいずれかの決定方法により各周波数帯域に配分できる最大のビット数 $L_i$ を決定する。

【0074】第1の決定方法では、各周波数帯域に配分できる最大のビット数 $L_i$ を、周波数帯域 $i$ のパワー $S_i$ と先にパワー計算部121で求めた全帯域のパワー $S_p$ との比 $F_i$ から求める。すなわち、 $F_i = S_i / S_p$

を求め、この $F_i$ が小さいほど各周波数帯域の最大のビット数 $L_i$ を少なくするように決定する。ここで、 $F_i$ と $L_i$ との対応関係を図6に例示する。図6で、縦軸 $L_i$ の16という数は元々の量子化の最大ビット数である。また、横軸 $F_i$ の $a_0, a_2, a_3, a_4$ はそれぞれ最大のビット数 $L_i$ の0、2、3、4ビットの閾値であり、0から1までの値を取る。 $a_0, a_2, a_3, a_4$ が1に近づくほど制限が厳しくなることを意味する。 $a_0$ の値として0に近い値にしておけば、周波数帯域分割部101においてその分割計算上で生じた誤差信号に対してビット配分せずに済ませる一方、通常の微小信号には(上限はあるが)ビット配分を行うことができる。この決定方法は、入力信号が大きいときに、パワー $S_i$ が小さい周波数帯域へのビット配分を制限する効果が大きい。しかし、入力信号が小さく全体のパワー $S_p$ 自身が小さいときは、ほとんどの $F_i$ が閾値 $a_0, a_2, a_3, a_4$ より大きくなるため、実質上ビット配分が制限されない可能性

がある。

【0075】第2の決定方法では、各周波数帯域に配分できる最大のビット数 $L_i$ を、周波数帯域 $i$ のパワー $S_i$ 自身を使って求める。このとき、 $S_i$ と $L_i$ との対応関係は図6において横軸の $F_i$ を $S_i$ に置き換えたものとなる。当然閾値 $a_0, a_2, a_3, a_4$ の単位は $S_i$ と同じである。この決定方法は入力信号が小さいときに、パワー $S_i$ が小さい周波数帯域へのビット配分を制限する効果が大きい。しかし、入力信号が大きいときは、ほとんどの $S_i$ が閾値 $a_0, a_2, a_3, a_4$ より大きくなるため、実質上ビット配分が制限されない可能性がある。

【0076】そこで、第3の決定方法では、各周波数帯域に配分できる最大のビット数 $L_i$ を、上記第1、第2の決定方法を組み合わせて決定する。すなわち、まず、周波数帯域 $i$ において、第1の決定方法( $F_i$ による方法)にて $L_i$ を決定し、もし、 $L_i$ に制限値(図6の例であれば4以下の数値)が入っていないければ、引き続き第2の決定方法( $S_i$ による方法)にて $L_i$ を決定する。これにより、入力信号の大小にかかわらず、パワー $S_i$ が小さい周波数帯域へのビット配分を有効に制限することができる。なお、第2の決定方法( $S_i$ による方法)を先にを行い、第1の決定方法( $F_i$ による方法)を後に行うこともできる。

【0077】このように、この符号化復号化装置は、複数の周波数帯域のうちパワー $S_i$ が大きい周波数帯域(便宜上11とする)から離れたパワー $S_i$ が小さい周波数帯域(便宜上12とする)に対して、マスキング閾値対雑音比(MNR)  $R_i(m)$ の大小にかかわらず、配分できる最大ビット数 $L_i$ を制限することができる。したがって、正弦波信号が入力された時、正弦波信号が含まれる周波数帯域11から離れたパワーが小さい周波数帯域12の最大ビット数を有効に制限できる。つまり、MNR計算部124にて求めたマスキング閾値対雑音比(MNR)が同程度であっても、パワーが小さい周波数帯域12には上記制限された最大ビット数 $L_i$ 分のビット数を超える配分が行われない。この結果、上記パワーが小さい周波数帯域12に配分されたであろうビット数が、他の周波数帯域、特に正弦波信号の含まれる周波数帯域11に配分される。したがって、上記正弦波信号を復号化したとき、従来に比して量子化誤差を少なくでき、音質を高めることができる。

【0078】ここで、もし、最大ビット数決定部125での制限が厳しい場合、パワー $S_i$ が小さい周波数帯域において、マスキング閾値対雑音比(MNR)  $R_i(m_i)$ が1より小さい値のままでもビット配分が稼いでしまう可能性がある。このとき、この周波数帯域で量子化誤差が知覚される恐れがある。

【0079】そこで、上記ビット配分計算部126と最大ビット数決定部125は、図7のフローチャートに従って、各周波数帯域の量子化ビット数 $m$ を決定するよう

にしても良い。すなわち、 $S_{111} \sim S_{114}$ まで図5の $S_{101} \sim S_{104}$ と全く同様に処理を進めた後、 $S_{115}$ で、ビット配分計算部126により、 $RI(mi)$ が1を超えたかどうかをチェックする。 $RI(mi) \leq 1$ であればビット配分中は $mi$ は $Li$ の制限を受けないようにする。そして、 $RI(mi) > 1$ となったときに、 $mi$ と $Li$ の大小を比較する。 $mi \leq Li$ となった場合は、この後、上記周波数帯域1は $S_{114}$ での探索対象から除外する。さらに、 $MNR$ 計算部124にて $RI(mi)$ を式(102)を使って更新する。また、変数 $b$ に今周波数帯域1に配分した分と同じビット数を加える。次に、 $S_{116}$ では、変数 $b$ が配分可能な量子化ビット数の総数を $B$ と等しくなったかどうかをチェックする。もし、等しくなければ $S_{114}$ に戻ってビット配分を継続する一方、等しければビット配分を終了する。

【0080】このようにした場合、元々最大ビット数の制限を受ける周波数帯域ではマスキング閾値対雑音比が1を超えるまでビット数の割り当てがなされ、マスキング閾値が1を超えた時点で直ちにビット数の割り当てが止まる。すなわち、最大ビット数を制限できる上、マスキング閾値対雑音比( $MNR$ )  $RI(mi)$ が1より小さい値のまままでビット配分が終わる可能性を解消できる。したがって、正弦波信号が含まれる周波数帯域1の量子化誤差を低減できる上、パワーが小さい周波数帯域12の量子化誤差を低減できる。したがって、復号化時の音質を改善できる。

【0081】また、最大ビット数決定部125での制限が厳しい場合、全ての周波数帯域のビット数が $Li$ と等しい(あるいは超えている)にもかかわらず $b < B$ となる可能性がある。つまり、各周波数帯域の最大ビット数 $Li$ が小さいため、まだ配分できるビット数がある恐れがある。

【0082】そこで、上記ビット配分計算部126と最大ビット数決定部125は、図8のフローチャートに従って、各周波数帯域の量子化ビット数 $m$ を決定するようにしても良い。すなわち、 $S_{121} \sim S_{125}$ まで図5の $S_{101} \sim S_{105}$ と全く同様に処理を進めた後、 $S_{126}$ にて $b$ と $B$ の大小を比較する。 $B > b$ であれば、 $S_{127}$ にて全て周波数帯域のビット数 $mi$ が $Li$ と等しくなっている(あるいは超えている)かどうかを調べる。全ての周波数帯域でビット数 $mi$ が $Li$ と等しい(あるいは超えている)ような状況が起きたときは、 $S_{128}$ で最大ビット数決定部125での制限を緩和して $Li$ を大きくする一方、ある周波数帯域で $mi < Li$ であれば $Li$ はそのままの大きさとして、再度 $S_{124}$ に戻る。処理を継続して、 $S_{126}$ で変数 $b$ が配分可能な量子化ビット数の総数 $B$ と等しくなったときビット配分を終了する。

【0083】このように、一通りビット配分した後、まだ配分できるビットが残っている場合、 $Li$ を大きくし

て再びビット配分するので、量子化ビット数の総数 $B$ の範囲内でビット配分を有効に行うことができる。上記制限により本来のビット数より少ないビット数が割り当てられたパワーが小さい周波数帯域12に対して、少し余分にビットを配分するので、この周波数帯域12でのマスキング閾値対雑音比( $MNR$ )を改善でき、復号化時の音質を改善できる。なお、 $S_{125}$ は図7の $S_{115}$ でも良い。

【0084】図9は第3実施例の符号化復号化装置のブロック構成を示している。

【0085】この符号化復号化装置は、周波数帯域分割部201、ビット配分部202、量子化部203およびマルチプレクサ204からなる符号化部と、伝送路205と、デマルチプレクサ206、逆量子化部207および周波数帯域合成部208からなる復号化部とを備えている。上記ビット配分部202には、パワー計算部221と、マスキング閾値計算部222と、 $SMR$ (信号対マスキング閾値比)計算部223と、 $MNR$ (マスキング閾値対雑音比)計算部224と、パワー判定部225と、ビット配分計算部226とが含まれている。伝送路205は、無線系、有線系または混合系のものである。

【0086】説明の便宜上、まず、この符号化復号化装置全体の働きを述べ、続いて、上記符号化部のビット配分部202の働きを述べる。

【0087】この例では、各構成部において、数ミリから数十ミリ秒程度の時間(フレーム)単位で、ビットの配分、量子化、符号化などの処理が行われるものとする。

【0088】デジタル入力信号は、周波数帯域分割部201にて複数の周波数帯域に分割される。この分割方式としては、フーリエ変換等の周波数変換やバンドパスフィルタバンク等がある。周波数変換のときは、変換によって得られる複数の周波数成分によって周波数帯域が構成されるものとする。

【0089】周波数帯域信号はビット配分部202と量子化部203に入力される。ビット配分部202では、後述するように、周波数帯域信号より量子化ビット数を求め、その情報を量子化部203に送り、量子化部203ではこの情報を元に周波数帯域信号を量子化し、符号化する。

【0090】このようにして得られた各周波数帯域信号の符号とビット配分情報などの補助情報(上記符号を復号化部で復号化するのに必要な情報で、量子化、符号化の方式による)は、マルチプレクサ204で多重化され、符号列として伝送路205に送られる。

【0091】上記復号化部のデマルチプレクサ206は伝送路205から符号列を取り込み、各周波数帯域信号の符号とビット配分情報などの補助情報に分解する。そして、補助情報を使って各周波数帯域信号の符号を復号化する。逆量子化部207でビット配分情報などの補助

情報に基づき逆量子化して周波数帯域信号に復元する。  
この信号は周波数帯域合成部208にて合成され、これによりデジタル出力信号が得られる。

【0092】次に、上記符号化部のビット配分部202の働きを詳細に述べる。

【0093】デジタル入力信号について、パワー計算部221でフレーム内の各周波数帯域のパワー $S_i$ を求め、マスキング閾値計算部222でパワー $S_i$ を元に公

$$P_i = S_i / M_i$$

ここで、 $S_i$ の代わりに周波数帯域 $i$ の信号帯域の中での最大振幅値の2乗を使うこともある。そして、MNR計算部224で各周波数帯域毎のマスキング閾値対雑音比(MNR)  $R_i(m)$ を求める。ビット配分計算部226はMNR計算部224で求めたマスキング閾値対雑音比

$$R_i(m) = Q(m) / P_i$$

ここで、 $Q(m)$ は、周波数帯域 $m$ ビットで量子化した時の信号対量子化雑音パワー比(6NR)  $Q(m)$ である。この $Q(m)$ は $S_i / N(m)$ でも計算できるが、信号の特性を利用した統計処理により予め求めておくことができる。 $N(m)$ は $m$ ビットで量子化した時の量子化雑音パワーである。パワー判定部225は、各周波数帯域のパワー $S_i$ と全帯域パワー $S_p$ とを比較して、各周波数帯域のパワー $S_i$ がある閾値より大きいと判定した時、その周波数帯域に必ずビット配分する。

【0096】上記ビット配分計算部226とパワー判定部225は、具体的には図10のフローチャートに従って、各周波数帯域の量子化ビット数 $m$ を決定する。ここで、各周波数帯域の信号の量子化、符号化に配分できるビット数の総数を $B$ とする。

【0097】まず、S201にて、ビット配分計算部226の初期化を行う。すなわち、今までのビット配分総数を示す変数 $b$ に0を入れておく。各周波数帯域の量子化ビット数を $m_i$ とし、0を入れておく。次に、S202にて、パワー判定部225は、 $S_i > a S_p$  (ただし、 $a$ は $0 < a < 1$ を満たす定数)

となる周波数帯域 $i$ については $m_i$ に最低量子化ビット数(通常は2)を割り当てる。つまり、 $m_i = 2$ とする。この不等式は、全帯域のパワー $S_p$ に対して、ある周波数帯域のパワー $S_i$ がどの程度大きいかを調べるものであり、 $a$ はそのパワーの程度を表す定数である。この不等式よりパワー $S_i$ が大きい周波数帯域は、マスキング閾値対雑音比(MNR)の大小にかかわらず、必ずビット配分されることになる。そして、変数 $b$ に今周波数帯域 $i$ に配分したビット数と同じ数を加える。つまり、(その周波数帯域 $i$ に含まれる量子化の対象信号の数)  $\times 2$ ビットを変数 $b$ に加える。この2ビットは最低量子化ビット数を意味している。次に、S203で、MNR計算部224にて式(202)を使って $R_i(m_i)$ を計算する。次に、S204で、最小の $R_i(m_i)$ を探し

知の手段で各周波数帯域のマスキング閾値 $M_i$ を求める。ここで、 $i$ は周波数帯域を区別するためのインデックス(0以上の整数)とする。パワー計算部221では、さらに全帯域のパワー $S_p (= \sum S_i)$ を求める。次に、SMR計算部223で各周波数帯域毎の信号対マスキング閾値比(SMR)  $P_i$ を次式より求める。

$$【0094】$$

$$\dots (201)$$

(MNR)  $R_i(m)$ を使って、各周波数帯域の量子化ビット数 $m$ を決定する。マスキング閾値対雑音比(MNR)  $R_i(m)$ は次式で求める。

$$【0095】$$

$$\dots (202)$$

出し(このときの周波数帯域のインデックス $i$ を1とする)、S205で、 $m_i$ に1(もし、 $m_i$ が0であったら最低量子化ビット数(通常は2))を加える。そして、このときの $R_i(m_i)$ をMNR計算部224にて式(202)を用いて更新する。また、変数 $b$ に今周波数帯域 $i$ に配分したビット数と同じ数を加える。つまり、(周波数帯域 $i$ に含まれる量子化の対象信号の数)  $\times 1$  ( $m_i$ が0なら最低量子化ビット数2)を変数 $b$ に加える。S206では、変数 $b$ が配分可能な量子化ビット数の総数 $B$ と等しくなったかどうかをチェックする。もし、等しくなければS204に戻ってビット配分を継続する一方、等しければビット配分を終了する。

【0098】このように、この符号化復号化装置は、パワー判定部225によって、各周波数帯域のパワー $S_i$ の全帯域のパワー $S_p$ に対する比率を判定して、この判定結果に基づいて、一定比率 $a$ 以上のパワー $S_i$ を持つ周波数帯域(便宜上14とする)に少なくとも最低量子化ビット数を割り当て、必ずビット配分を行っている。すなわち、他の周波数帯域(便宜上13とする)のパワーの影響によって、一定比率 $a$ 以上のパワー $S_i$ を持つ周波数帯域14が完全に削除されるようなことがない。したがって、従来と異なり、聴覚特性に倣った人にも違和感を持たせなくて済み、高音質の再生音を提供することができる。

【0099】図11は第4実施例の符号化復号化装置のブロック構成を示している。

【0100】この符号化復号化装置は、周波数帯域分割部301、ビット配分部302、量子化部303およびマルチプレクサ304からなる符号化部と、伝送路305と、デマルチプレクサ306、逆量子化部307および周波数帯域合成部308からなる復号化部とを備えている。上記ビット配分部302には、パワー計算部321と、マスキング閾値計算部322と、SMR(信号対マスキング閾値比)計算部323と、MNR(マスキング閾値対雑音比)計算部324と、予備ビット数保存部

325と、ビット配分計算部326とが含まれている。伝送路305は、無線系、有線系または混合系のものである。

【0101】説明の便宜上、まず、この符号化復号化装置全体の働きを述べ、続いて、上記符号化部のビット配分部302の働きを述べる。

【0102】この例では、各構成部において、数ミリから数十ミリ秒程度の時間（フレーム）単位で、ビットの配分、量子化、符号化などの処理が行われるものとする。

【0103】デジタル入力信号は、周波数帯域分割部301にて複数の周波数帯域に分割される。この分割方式としては、フーリエ変換等の周波数変換やバンドパスフィルタバンク等がある。周波数変換のときは、変換によって得られる複数の周波数成分によって周波数帯域が構成されるものとする。

【0104】周波数帯域信号はビット配分部302と量子化部303に入力される。ビット配分部302では、後述するように、周波数帯域信号より量子化ビット数を求め、その情報を量子化部303に送り、量子化部303ではこの情報を元に周波数帯域信号を量子化し、符号化する。

【0105】このようにして得られた各周波数帯域信号の符号とビット配分情報などの補助情報（上記符号を復号化部で復号化するのに必要な情報で、量子化、符号化

$$P_i = S_i / M_i$$

ここで、 $S_i$ の代わりに周波数帯域 $i$ の信号帯域の中での最大振幅値の2乗を使うこともある。そして、MNR計算部324で各周波数帯域毎のマスキング閾値対雑音比（MNR） $R_i(m)$ を求める。ビット配分計算部326はMNR計算部324で求めたマスキング閾値対雑音比

$$R_i(m) = Q(m) / P_i$$

ここで、 $Q(m)$ は、周波数帯域 $m$ ビットで量子化した時の信号対量子化雑音パワー比（SNR） $Q(m)$ である。この $Q(m)$ は $S_i / N(m)$ でも計算できるが、信号の特性を利用した統計処理により予め求めておくことが

$$Q(m) = 5m \text{ [dB]}$$

とすることができる。 $N(m)$ は $m$ ビットで量子化した時の量子化雑音パワーである。予備ビット数保存部325は、予めビット数 $B_p$ を持っており、ビット配分計算部326でのビットの配分が終了した時点で、強調される特定の周波数帯域 $i$ のビット数にこの $B_p$ を足す。この $B_p$ の値としては、特定の周波数帯域 $i$ を強調することにより増加する量子化誤差の増加を抑えるだけの値とする。例えば、式(303)で規定した信号対量子化雑音パワー比（SNR） $Q(m) = 5 \text{ [dB]}$ を使うものとする。と、最大 $E \text{ [dB]}$ の強調が行われるとき、 $E/5$ に最も近い等しい最小の整数値を $B_p$ とする。

【0111】上記ビット配分計算部326と予備ビット数保存部325は、具体的には、図12のフローチャー

の方式による）は、マルチプレクサ304で多重化され、符号列として伝送路305に送られる。

【0106】上記復号化部のデマルチプレクサ306は伝送路305から符号列を取り込み、各周波数帯域信号の符号とビット配分情報などの補助情報に分解する。そして、補助情報を使って各周波数帯域信号の符号を復号化する。逆量子化部307でビット配分情報などの補助情報に基づき逆量子化して周波数帯域信号に復元する。この信号は周波数帯域合成部308にて合成され、これによりデジタル出力信号が得られる。この後、図示しない再生装置で、特定の周波数帯域が最大 $E \text{ [dB]}$ だけ強調されるものとする。

【0107】次に、上記符号化部のビット配分部302の働きを詳細に述べる。

【0108】デジタル入力信号について、パワー計算部321でフレーム内の各周波数帯域のパワー $S_i$ を求め、マスキング閾値計算部322でパワー $S_i$ を元に公知の手段で各周波数帯域のマスキング閾値 $M_i$ を求める。ここで、 $i$ は周波数帯域を区別するためのインデックス（0以上の整数）とする。パワー計算部321では、さらに全帯域のパワー $S_p (= \sum S_i)$ を求める。次に、SMR計算部323で各周波数帯域毎の信号対マスキング閾値比（SMR） $P_i$ を次式より求める。

【0109】

$$\cdots (301)$$

（MNR） $R_i(m)$ を使って、各周波数帯域の量子化ビット数 $m$ を決定する。マスキング閾値対雑音比（MNR） $R_i(m)$ は次式で求める。

【0110】

$$\cdots (302)$$

できる。 $N(m)$ は $m$ ビットで量子化した時の量子化雑音パワーである。例えば、量子化誤差の分布が量子化幅の間で一様であれば、

$$\cdots (303)$$

に従って、各周波数帯域の量子化ビット数 $m$ を決定する。各周波数帯域の信号の量子化、符号化に配分できるビット数の総数を $B$ とする。詳しくは、元々のビット数の総数のうち、予備ビット数保存部325で保存しているビット数の分 $B_p \times$ （周波数帯域 $i$ に含まれる量子化の対象信号の数）を除いたものをビット数の総数 $B$ とする。

【0112】まず、S301にて、ビット配分計算部326の初期化を行う。すなわち、今までのビット配分総数を示す変数 $b$ に0を入れておく。各周波数帯域の量子化ビット数を $m_i$ とし、0を入れておく。次に、S302で、式(302)を使って $R_i(m_i)$ を計算する。次に、S303で、MNR計算部324にて最小の $R_i(m_i)$



を探し出す(このときの周波数帯域のインデックス $i$ を1とする)。次に、S304で、 $m_i$ に1(もし、 $m_i$ が0であったら最小量子化ビット数(通常は2))を加える。さらに、MNR計算部324にて $R_i(m_i)$ を式(302)を使って更新する。また、実数 $b$ に今周波数帯域1に配分したビット数と同じ数を加える。つまり、(周波数帯域1に含まれる量子化の対数信号の数)  $\times$  1 ( $m_i$ が0なら最小量子化ビット数2)を実数 $b$ に加える。次に、S305では、実数 $b$ が配分可能な量子化ビット数の総数 $B$ と等しくなったかどうかをチェックする。もし、等しくなければS303に戻ってビット配分を継続する一方、等しければS306に進む。S306では、特定の周波数帯域1sのビット数 $m_i$ に、予備ビット数保存部325で保存しているビット数 $B_p$ を加算する。すなわち、特定の周波数帯域1sにビット数を余分に配分して、ビット配分を終了する。

【0113】このように、この符号化復号化装置は、強調される特定の周波数帯域1sに、予備ビット数保存部325で保存しているビット数 $B_p$ を余分に配分するので、この余分に配分されたビット数に対応して上記周波数帯域1sの量子化誤差が小さくなる。逆に言えば、再生で強調された後の上記周波数帯域1sの量子化誤差の大きさは、ビット数が通常に配分され再生で強調されなかった場合の量子化誤差の大きさを超えることはない。これは、先に述べたように、最大 $E(dB)$ の強調が行われるとき、 $B_p$ を $E/6$ に最も近いが等しい最小の整数値に設定したからである。この結果、量子化誤差がマスキング閾値を超えるのを防止でき、量子化誤差が知覚されるのを防止することができる。

【0114】なお、当然ながら、強調される周波数帯域、すなわちビット数 $B_p$ を余分に配分すべき周波数帯域1sは、1つに限られるものではなく、複数であっても良い。

【0115】ここで、上の例では、強調される周波数帯域1sに信号成分が無い場合であっても、必ずこの周波数帯域1sにビットが配分される。また、強調しても他の周波数帯域の信号に上記周波数帯域1sの信号自身あるいは量子化誤差がマスクされてしまう場合であっても、必ずこの周波数帯域にビットが配分される。このため、ビット配分に無駄が生じる可能性がある。

【0116】そこで、図11の予備ビット数保存部325は、ビット数を保存する代わりに、再生で強調される値自身 $E$ を持つこととしても良い。具体的には、上記ビット配分計算部326と予備ビット数保存部325は、図13のフローチャートに従って、各周波数帯域の量子化ビット数を決定する。すなわち、まず、S310において、SMR計算部322にて強調される特定の周波数帯域1sの信号対マスキング閾値比(SMR)  $PIs_i$ に、予備ビット数保存部325で保存している値 $E$ をデシベル換算で加算する。この後、S311からS315ま

で、図12のS301からS305までと同じ処理を行ってビット配分を行う。なお、各周波数帯域の信号の量子化、符号化に配分できるビット数の総数を $B$ とする。上の例と違って、余分に配分するビット数は考慮しない。

【0117】このようにした場合、上記周波数帯域1sは、信号対マスキング閾値比(SMR)  $PIs$ の増加分 $E$ によって、ビット配分されやすくなる。ビット数が余分に配分されたとき、それに対応して上記周波数帯域1sの量子化誤差が小さくなる。この結果、上の例と同様に、量子化誤差がマスキング閾値を超えるのを防止でき、量子化誤差が知覚されるのを防止することができる。しかも、この例でのビット配分は、全周波数帯域の信号対マスキング閾値比(SMR)のバランスを考慮したものであり、単純に強調分 $E$ に相当したビット数を配分するものではない。もし、強調される周波数帯域1sに信号成分が無い場合は、信号対マスキング閾値比(SMR)  $PIs$ はデシベル換算で元々良の無限大がそれに相当する値となっているので、強調による加算は無視されて、この周波数帯域1sにビット配分されることはない。したがって、ビット配分の無駄をなくすることができる。また、強調しても他の周波数帯域の信号に上記周波数帯域1sの信号自身あるいは量子化誤差がマスクされてしまう場合は、他のマスキングされない周波数帯域に比べ、ビット配分する前のS312でのマスキング閾値対雑音比(MNR)  $RIs(0)$ が大きな値となる(もちろん強調される前の値よりは小さな値であるが、またマスキングされない周波数帯域のMNRに比べると大きい)ので、この周波数帯域1sにはビット配分されにくくなる。したがって、強調による無駄なビット配分を防ぐことができる。

【0118】なお、上記第1実施例乃至第4実施例の特長のうち2つ以上の特長を同一の符号化復号化装置に具備させることもできる。

【0119】図15は、上記第1実施例乃至第4実施例の特長のすべてを具備した第5実施例の符号化復号化装置のブロック構成を示している。

【0120】この符号化復号化装置は、ブロック長決定部401、周波数帯域分割部402、ビット配分部403、量子化部404およびマルチプレクサ405からなる符号化部と、伝送路406と、デマルチプレクサ407、逆量子化部408および周波数帯域合成部409からなる復号化部とを備えている。上記ビット配分部403には、パワー計算部431と、マスキング閾値計算部432と、SMR計算部433と、MNR計算部434と、ビット配分計算部435と、最大ビット数決定部436と、パワー判定部437と、予備ビット数保存部438とが含まれている。これらの各要素は、それぞれ同一名称の要素、すなわち第1実施例(図1)のブロック長決定部1、周波数帯域分割部2、ビット配分部3、重

子化部4、マルチプレクサ5、伝送路6、デマルチプレクサ7、逆量子化部8、周波数帯域合成部9、パワー計算部31、マスキング閾値計算部32、SMR計算部33、MNR計算部34、ビット配分計算部35、第2実施例(図4)の最大ビット数決定部125、第3実施例(図9)のパワー判定部225、第4実施例(図11)の予備ビット数保存部325と同一種類の働きをする。この内、全く同一の働きをするものについては説明を省略する。最大ビット数決定部436は、第2実施例の最大ビット数決定部125に対してさらにブロックJも考慮したもので、ブロックJの周波数帯域Iにおける最大ビット数Ljiを第2実施例の最大ビット数決定部125と同じ方法で決定する。パワー判定部437も同様に、ブロックJも考慮して、第3実施例のパワー判定部225と同じ方法でブロックJの周波数帯域Iにビットをあらかじめ配分するかどうかを決定する。

【0121】次に、ビット配分部403のビット配分計算部435がどのように各ブロックJの各周波数帯域Iの量子化ビット数mjiを決定するかを図16のフローチャートに従って説明する。ここで、各ブロック、周波数帯域の信号の量子化、符号化に配分できるビット数の総数をBとする。詳しくは、元々のビット数の総数のうち、予備ビット数保存部438で保存しているビット数の分Bp×(周波数帯域Isに含まれる量子化の対象信号の数)×ブロック数を除いたものをビット数の総数とする。

【0122】まず、S401にて、最大ビット数決定部436は、各ブロック各帯域のパワーSjiに基づいて、各ブロックの各周波数帯域に配分できる最大のビット数Ljiを第2実施例で述べた方法によって決定する。次に、S402にてビット配分計算部435の初期化を行う。すなわち、今までのビット配分総数を示す変数bに0を入れておく。また、各ブロックの各周波数帯域の量子化ビット数をmjiとし、0を入れておく。次に、S403にて、パワー判定部437は、 $Sji > aSp$  (ただし、aは $0 < a < 1$ を満たす定数)

となるブロックJの周波数帯域Iについてmjiに最低量子化ビット数(通常は2)を割り当てる。つまり、 $mji = 2$ とする。次に、S404で、MNR計算部434にて式(2)を使って $Rji(mji)$ を計算する。次にS405で、最小の $Rji(mji)$ を探し出し(このときのブロック、周波数帯域のインデックスj、iをそれぞれJ、Iとする)、S406でmjiに1(もし、mjiが0であったら最低量子化ビット数(通常は2))を加える。この結果、 $mji = Lji$ となったかどうかをチェックして、 $mji = Lji$ となった場合は、この後、上記ブロックJの周波数帯域IはS405での探索対象から除外する。さらに、MNR計算部434にて $Rji(mji)$ を式(2)を使って更新する。また、変数bに今ブロックJ

の周波数帯域Iに配分したビット数と同じ数を加える。つまり、(ブロックJの周波数帯域Iに含まれる量子化の対象信号の数)×1(mjiが0なら最低量子化ビット数2)を変数bに加える。次に、S407では、変数bが配分可能なビット数の総数Bと等しくなったかどうかをチェックする。もし、等しくなければS405に戻ってビット配分を継続する一方、等しければS408に進む。S408では、各ブロックの特定の周波数帯域Isのビット数mjisに予備ビット数保存部438で保存しているビット数Bpを加算する。すなわち、特定の周波数帯域Isにビット数を余分に配分して、ビット配分を終了する。

【0123】このように、この符号化復号化装置では、第1実施例乃至第4実施例の特長を少しも犠牲にすることなく、すべて生かすことができる。すなわち、第1に、ブロック長の長短に応じて、異なる聴覚心理特性を採用しているので、ブロック長が長いときには、計算量が多いがマスキング効果の大きい聴覚心理特性、例えば同時マスキングを適用できる一方、ブロック長が短いときには、マスキング効果が小さいが計算量が少ない聴覚心理特性、例えば後時マスキングを適用できる。つまり、計算量とマスキング閾値の精度という二律背反の関係を克服でき、常に最適な聴覚心理特性を採用できる。第2に、各周波数帯域に配分される最大ビット数を各周波数帯域毎に制限するので、複数の周波数帯域のうちパワーが大きい周波数帯域I1から離れたパワーが小さい周波数帯域I2に対して、マスキング閾値対雑音比(MNR)の大小にかかわらず、配分できる量子化ビットの最大数を制限できる。したがって、パワーが小さい周波数帯域I2に配分されたであろうビット数を、他の周波数帯域、特に正弦波信号の含まれる周波数帯域I1により多く配分できる。第3に、全周波数帯域のパワーに対して一の周波数帯域のパワーが一定比率a以上であるかどうかを判断して、この比率a以上のパワーを持つ周波数帯域に少なくとも最低量子化ビット数を割り当てるので、他の周波数帯域I3のパワーの影響によって、一定比率a以上のパワーを持つ周波数帯域I4が完全に削除されるのを防止できる。したがって、聴覚特性に倣った人にも違和感を与えないようにすることができる。第4に、予め定められた特定の周波数帯域Isに、予め定められた分だけ余分にビット数を割り当てるので、上記周波数帯域Isの量子化誤差を通常より小さくできる。したがって、再生装置で強調したときにこの誤差が強調されても、この誤差が知覚されるのを防止できる。したがって、高音質の再生音を提供することができる。

【0124】これらの特長を発揮するビット配分部403は、個々にハードウェアによっても実現できるが、デジタル信号プロセッサ(DSP)等の装置上ですべてソフトウェアによっても実現することができる。

【0125】

【発明の効果】以上より明らかなように、請求項1の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、ブロック長決定部からブロック長を表す情報を受けて、上記ブロック長の長短に応じて、異なる聴覚心理特性を採用する。したがって、ブロック長が長いときには、計算量が多いがマスキング効果の大きい聴覚心理特性、例えば同時マスキングを適用できる。一方、ブロック長が短いときには、マスキング効果が小さいが計算量が少ない聴覚心理特性、例えば雑時マスキングを適用できる。つまり、計算量とマスキング閾値の精度という二律背反の関係を克服でき、常に最適な聴覚心理特性を採用して量子化誤差を低減することができる。したがって、高音質な再生音を得ることができる。

【0126】請求項2の符号化復号化装置は、符号化部のビット配分部は、各周波数帯域に配分される最大ビット数を各周波数帯域毎に制限する。したがって、複数の周波数帯域のうちパワーが大きい周波数帯域11から離れたパワーが小さい周波数帯域12に対して、マスキング閾値対雑音比(MNR)の大小にかかわらず、配分できる量子化ビットの最大数が制限される。すなわち、正弦波信号が入力された時、正弦波信号が含まれる周波数帯域11から離れたパワーが小さい周波数帯域12では、たとえ正弦波信号の含まれる周波数帯域11と同じような大きさのマスキング閾値対雑音比(MNR)を持っていたとしても、最大ビット数を有効に制限できる。この結果、上記パワーが小さい周波数帯域12に配分されたであろうビット数を、他の周波数帯域、特に正弦波信号の含まれる周波数帯域11により多く配分できる。したがって、上記正弦波信号を復号化したとき、従来に比して量子化誤差を低減され、音質を高めることができる。

【0127】請求項3の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、全周波数帯域のパワーと一の周波数帯域のパワーとの比に基づいて、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数を決定するので、入力信号が大きいときに、パワーが小さい周波数帯域へのビット配分を有効に制限できる。

【0128】請求項4の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、一の周波数帯域のパワーの大きさに基づいて、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数を決定するので、入力信号が小さいときに、パワーが小さい周波数帯域へのビット配分を有効に制限できる。

【0129】請求項5の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、全周波数帯域のパワーと一の周波数帯域のパワーとの比、および、上記一の周波数帯域のパワーの大きさに基づいて、上記各周波数帯域に配分される量子化ビット数を決定するので、入力信号の大小にかかわらず、パワーが小さい周波数帯域へのビット配分を有効に制限できる。

【0130】請求項6の符号化復号化装置では、上記ビ

ット配分部は、一の周波数帯域のマスキング閾値対雑音比が1以下である場合、上記一の周波数帯域に配分される最大ビット数についての制限を解除するので、元々最大ビット数の制限を受ける周波数帯域ではマスキング閾値対雑音比が1を超えるまでビット数を割り当て、マスキング閾値が1を超えた時点で直ちにビット数の割り当てを停止する。したがって、請求項2の符号化復号化装置と同様に正弦波信号が含まれる周波数帯域11の量子化誤差を低減できる上、パワーが小さい周波数帯域12の量子化誤差を低減できる。したがって、復号化時の音質を改善できる。

【0131】請求項7の符号化復号化装置では、上記ビット配分部は、配分した全量子化ビット数が全周波数帯域に配分し得る所定の総数に満たない場合、上記各周波数帯域に配分されたビット数がそれぞれ上記最大数に等しいかどうかを判断して、各周波数帯域に配分されたビット数がそれぞれ上記最大数に等しいとき、上記最大ビット数についての制限を緩和または解除するので、量子化ビット数の総数の範囲内でビット配分を有効に行うことができる。したがって、上記制限により本来のビット数より少ないビット数が割り当てられたパワーが小さい周波数帯域12に対して、少し余分にビットを配分するので、この周波数帯域12でのマスキング閾値対雑音比(MNR)を改善でき、復号化時の音質を改善できる。

【0132】請求項8の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、全周波数帯域のパワーに対して一の周波数帯域のパワーが一定比率以上であるかどうかを判断して、上記一定比率以上のパワーを持つ一の周波数帯域に、上記マスキング閾値対雑音比の大小にかかわらず少なくとも最低量子化ビット数を割り当てるので、他の周波数帯域13のパワーの影響によって、一定比率以上のパワーを持つ周波数帯域14が完全に削除されるのを防止できる。したがって、従来と異なり、聴覚特性に倣った人にも違和感を持たせなくて済み、高音質の再生音を提供することができる。

【0133】また、楽音の再生装置に低域強調機能のような特定の周波数成分を強調する機能が付いている場合がある。このような再生装置で、上記適応ビット配分方式で復号化した音を再生するとき、もし、符号化時に上記周波数成分にビットが十分に割り当てられなくて、この周波数成分を含む周波数帯域1sのマスキング閾値対雑音比(MNR)が1より少し大きい程度であったとすると、上記周波数成分の量子化誤差が強調される恐れがある。そこで、請求項9の符号化復号化装置では、符号化部のビット数配分部は、予め定められた特定の周波数帯域1sに、予め定められた分だけ余分にビット数を割り当てるので、上記特定の周波数帯域1sの量子化誤差は通常より小さくなる。したがって、再生装置で強調したときにこの誤差が強調されても、この誤差が知覚されるのを防止できる。したがって、従来と異なり、聴覚特

性に優れた人にも違和感を持たせなくて済み、高音質の再生音を提供することができる。

【0134】また、請求項10の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、全周波数帯域に配分し得る量子化ビット数の総数から上記特定の周波数帯域1sに余分に配分すべきビット数を差し引いた残りのビット数を各周波数帯域に割り当て、続いて、上記余分に配分すべきビット数を上記特定の周波数帯域1sに加算するので、最終的に全周波数帯域に配分されたビット数を、上記量子化ビット数の総数の範囲内に収めることができる。

【0135】また、請求項11の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、上記周波数帯域のパワーの大きさから各周波数帯域毎の信号対マスキング閾値比(SMR)を求め、上記特定の周波数帯域1sの信号対マスキング閾値比(SMR)に予め定められた値を加えた後、この信号対マスキング閾値比(SMR)を用いて上記マスキング閾値対雑音比(MNR)を求める。したがって、上記周波数帯域1sは、信号対マスキング閾値比(SMR)の増加分によって、ビット配分されやすくなり、請求項9の符号化復号化装置と同様に上記特定の周波数帯域1sの量子化誤差が小さくなる。この結果、量子化誤差がマスキング閾値を超えるのを防止でき、量子化誤差が知覚されるのを防止できる。しかも、この場合のビット配分は、全周波数帯域の信号対マスキング閾値比(SMR)のバランスを考慮したものである。すなわち、もし、強調される特定の周波数帯域1sに信号成分が無い場合は、この周波数帯域1sの信号対マスキング閾値比(SMR)はデシベル換算で元々負の無限大がそれに相当する値となっているので、強調による加算は無視されて、この周波数帯域1sにビット配分されることはない。したがって、ビット配分の無駄をなくすることができる。また、強調しても他の周波数帯域の信号に上記周波数帯域1sの信号自身あるいは量子化誤差がマスクされてしまう場合は、他のマスキングされない周波数帯域に比べ、ビット配分する前のマスキング閾値対雑音比(MNR)が大きな値となる(もちろん強調される前の値よりは小さな値であるが、まだマスキングされない周波数帯域のMNRに比べると大きい)ので、この周波数帯域1sにはビット配分されにくくなる。したがって、強調による無駄なビット配分を防ぐことができる。

【0136】また、請求項12の符号化復号化装置では、符号化部のビット配分部は、請求項1、2、8、9のビット配分部が有する計4つの手段のうち2つ以上の手段を有している。したがって、請求項1、2、8、9による上述の4つの効果のうち2つ以上のものを組み合わせた効果を奏することができる。しかも、上記4つの手段は、個々にハードウェアによっても実現できるが、デジタル信号プロセッサ等の装置上ですべてソフトウ

エアによっても実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の第1実施例の符号化復号化装置のブロック構成を示す図である。

【図2】 上記符号化復号化装置のマスキング閾値計算部によるマスキング閾値の計算の仕方を説明するフローチャートを示す図である。

【図3】 上記符号化復号化装置によるビット数の配分の仕方を説明するフローチャートを示す図である。

【図4】 この発明の第2実施例の符号化復号化装置のブロック構成を示す図である。

【図5】 上記符号化復号化装置によるビット配分の仕方を説明するフローチャートを示す図である。

【図6】 上記符号化復号化装置の最大ビット数決定部による最大ビット数の決定方法を説明する図である。

【図7】 上記符号化復号化装置による別のビット配分の仕方を説明するフローチャートを示す図である。

【図8】 上記符号化復号化装置によるさらに別のビット配分の仕方を説明するフローチャートを示す図である。

【図9】 この発明の第3実施例の符号化復号化装置のブロック構成を示す図である。

【図10】 上記符号化復号化装置によるビット配分の仕方を説明するフローチャートを示す図である。

【図11】 この発明の第4実施例の符号化復号化装置のブロック構成を示す図である。

【図12】 上記符号化復号化装置によるビット配分の仕方を説明するフローチャートを示す図である。

【図13】 上記符号化復号化装置による別のビット配分の仕方を説明するフローチャートを示す図である。

【図14】 再生装置で低域を強調したときの再生音と量子化誤差とについてのパワースペクトル、マスキング閾値および量子化誤差を示す図である。

【図15】 この発明の第5実施例の符号化復号化装置のブロック構成を示す図である。

【図16】 上記符号化復号化装置によるビット配分の仕方を説明するフローチャートを示す図である。

【図17】 同時マスキングによるマスキング曲線の求め方を説明する図である。

【図18】 同時マスキングによるマスキング曲線の求め方を説明する図である。

【図19】 求めたマスキング曲線を示す図である。

【図20】 雑音マスキングによるマスキング曲線の求め方を説明する図である。

【図21】 各周波数帯域の信号対マスキング閾値比(SMR)の求め方を説明する図である。

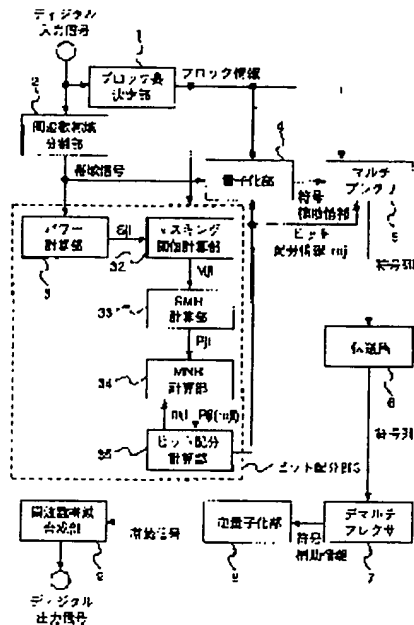
【符号の説明】

1、401 ブロック長決定部

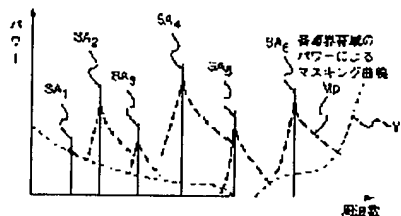
2、101、201、301、402 周波数帯域分割部

3, 102, 202, 302, 403 ビット配分部  
 4, 103, 203, 303, 404 量子化部  
 5, 104, 204, 304, 405 マルチプレクサ  
 6, 105, 205, 305, 406 伝送路  
 7, 106, 206, 306, 407 デマルチプレクサ  
 8, 107, 207, 307, 408 逆量子化部  
 9, 108, 208, 308, 409 周波数帯域合成部  
 31, 121, 221, 321, 431 パワー計算部

【図1】

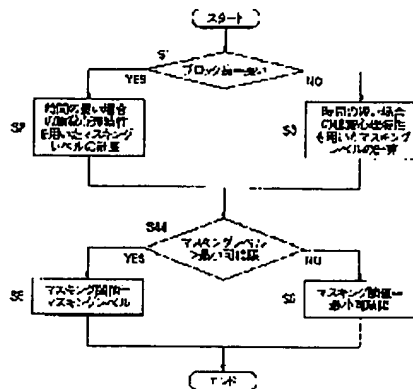


【図1B】

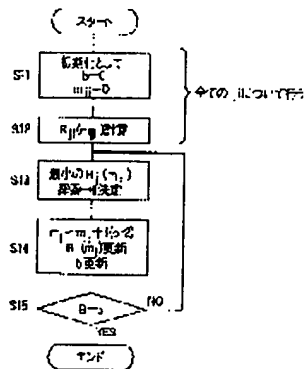


32, 122, 222, 322, 432 マスキング関値計算部  
 33, 123, 223, 323, 433 SMR計算部  
 34, 124, 224, 324, 434 MNR計算部  
 35, 125, 225, 325, 435 ビット配分計算部  
 125, 436 最大ビット数決定部  
 225, 437 パワー判定部  
 325, 438 予備ビット数保存部

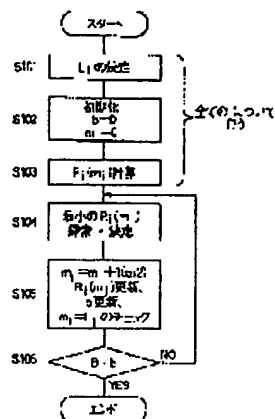
【図2】



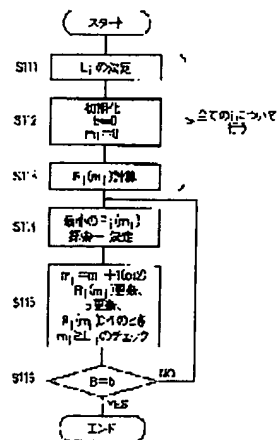
【図3】



【図5】



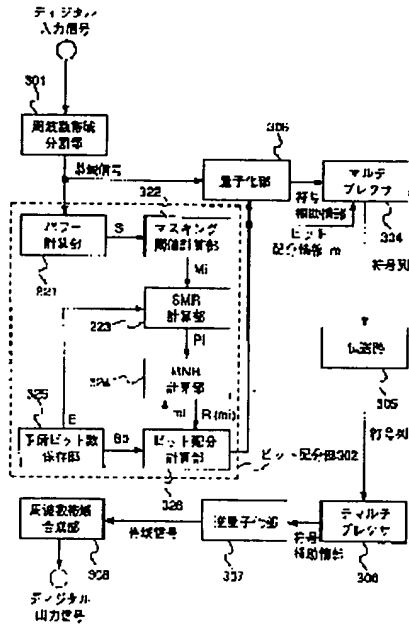
【图 7】



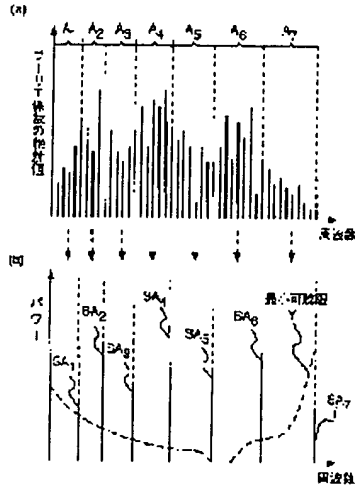
١٠٠



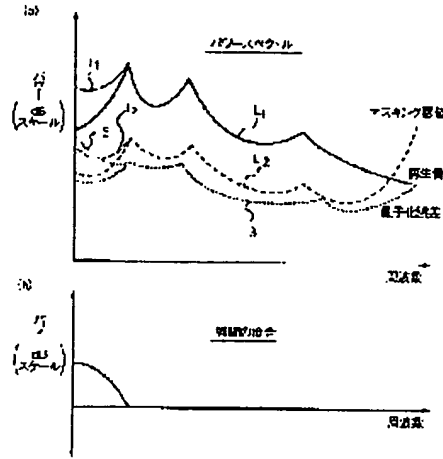
【図 1 1】



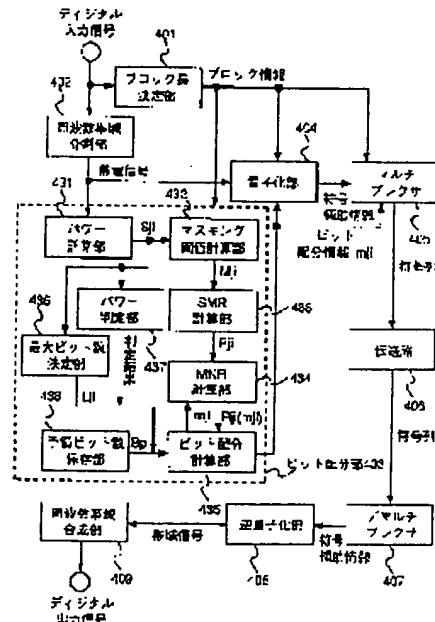
【図 1 7】



【図 1 4】

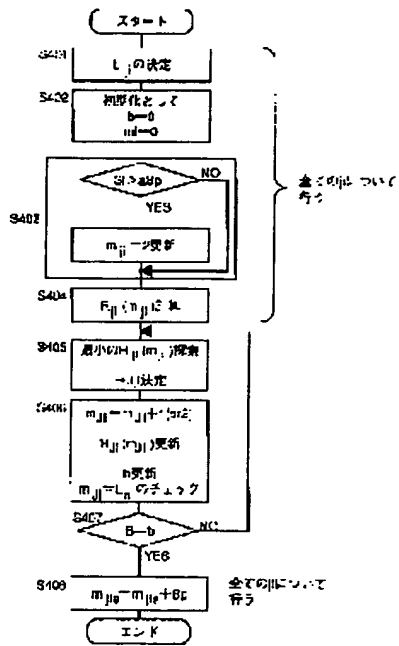


【図 1 5】

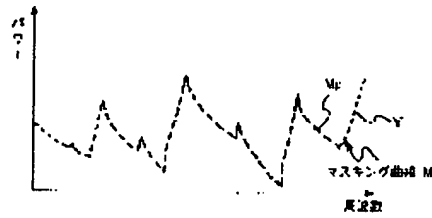




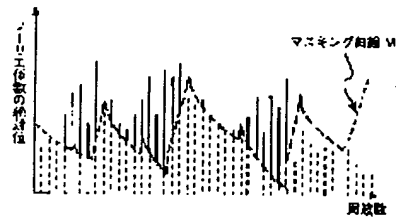
【図16】



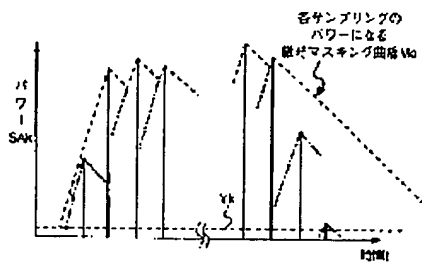
【図19】



【図21】



【図20】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**